

(19)

(11) Publication number:

**10154820 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(21) Application number: **08329215**(51) Intl. Cl.: **H01L 29/84 G01C 19/56 G01P 9/04 G01P 15/125 H01L 21/304**(22) Application date: **25.11.96**

(30) Priority:

(43) Date of application publication: **09.06.98**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **HASEGAWA TOMOYASU  
NEGORO YASUHIRO  
KAWAI HIROSHI**

(74) Representative:

**(54) MANUFACTURE OF VIBRATING ELEMENT**

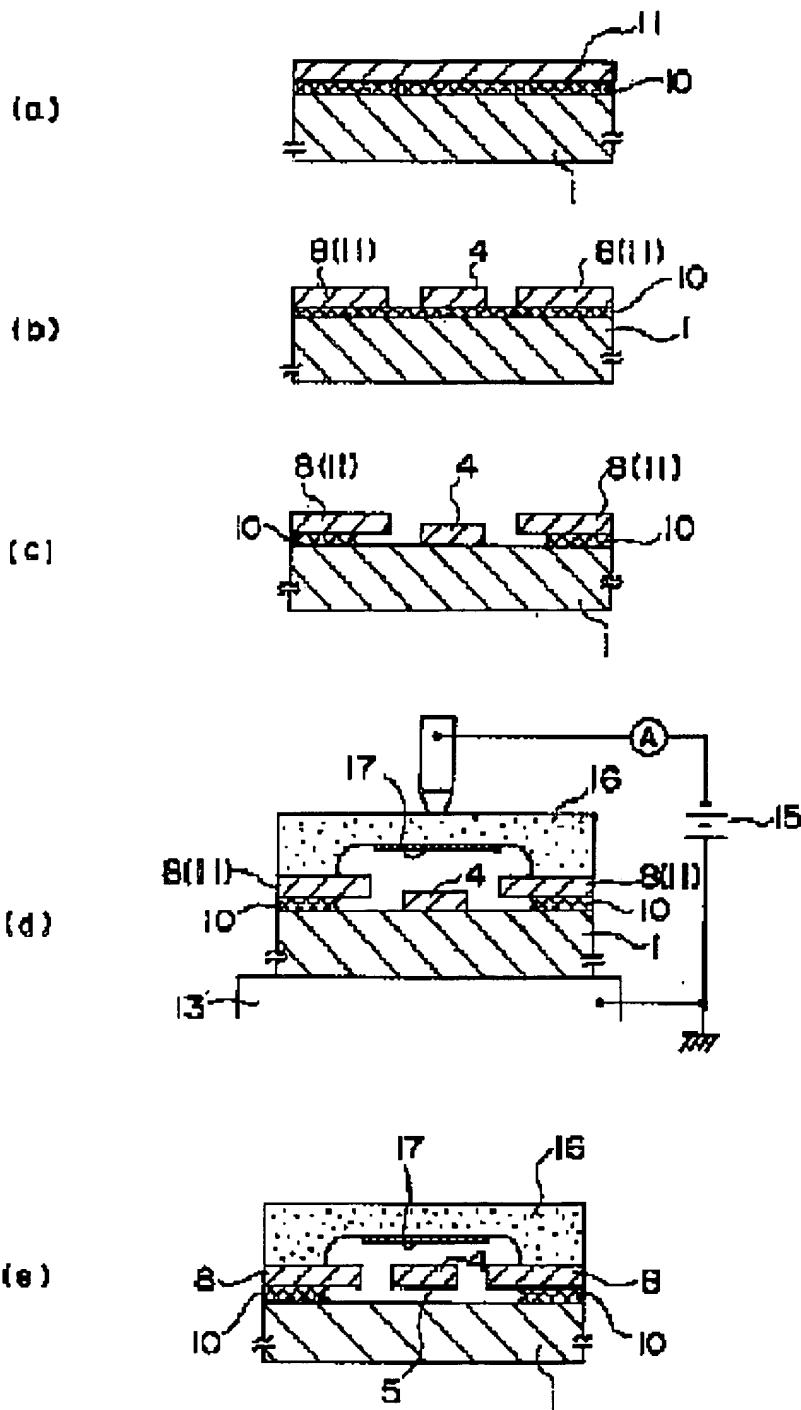
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a vibrating element through simple steps with an improved yield.

**SOLUTION:** A movable part 4 is formed on a sacrificial layer 10 on a substrate 1, parts of the sacrificial layer 10 located underside the movable part 4 are removed using an etching solution. And the substrate is washed to remove the etching solution and then dried to remove the washing solution. After the drying step, an electrode member 14 is disposed above the movable part 4. The electrode member 14 has an electrode face 14a opposed to the movable part 4 through a gap. A voltage is applied between the movable part 4 and the electrode face 14a to provide such an electrostatic force as to pull up the movable part 4 toward the electrode face. As a result,

the movable part 4 adhered to the substrate 1 in the drying step is peeled off from the substrate 1 and a gap 5 is formed between the substrate 1 and movable part 4, thus completing a vibrating element. By using the above electrostatic force, the gap 5 between the substrate 1 and the movable part 4 can be reliably and simply formed, damage of the movable part 4 can be prevented, and the yield of the vibrating element can be improved.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-154820

(43)公開日 平成10年(1998)6月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 29/84  
G 01 C 19/56  
G 01 P 9/04  
15/125  
H 01 L 21/304      3 4 1

F I  
H 01 L 29/84  
G 01 C 19/56  
G 01 P 9/04  
15/125  
H 01 L 21/304      3 4 1 Z  
審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-329215

(71)出願人 000006231  
株式会社村田製作所  
京都府長岡市天神二丁目26番10号

(22)出願日 平成8年(1996)11月25日

(72)発明者 長谷川 友保  
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72)発明者 根来 泰宏  
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72)発明者 川合 浩史  
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

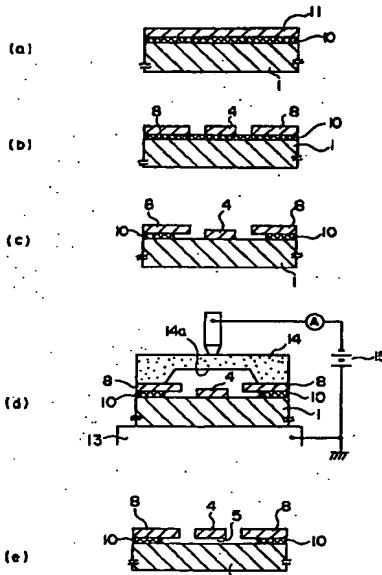
(74)代理人 弁理士 五十嵐 清

(54)【発明の名称】 振動素子の製造方法

## (57)【要約】

【課題】 簡単な工程で製造でき、しかも、歩留まりを向上させる振動素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 基板1上の犠牲層10の上に可動部4を形成し、可動部4の下側の犠牲層10をエッチング液を用いて除去する。そして、エッティング液を洗浄した後に洗浄液の乾燥を行う。この乾燥工程後に、可動部4の上側に電極体14を配設する。この電極体14には可動部4に空隙を介して対向する電極面14aを有する。上記可動部4と電極面14a間に電圧を印加して可動部4を電極面側に引き上げる静電力を作用させ、前記乾燥工程で基板1に付着した可動部4を基板1から剥がし、基板1と可動部4間に空隙5を形成して振動素子が完成する。上記静電力を用いることにより、基板1と可動部4間に空隙5を確実かつ簡単に形成できる上に、可動部4の破損が防止できて振動素子の歩留まりが向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に固定形成される固定部と、該固定部に支持され基板面と空隙を介して対向配設される可動部とを有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された犠牲層の上側に前記固定部に連接される可動部を形成し、その後、エッティング液を用いて上記可動部の下側の犠牲層を除去し、然る後、エッティング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、上記可動部の上側に空隙を介して対向する対向電極を配置し、上記可動部と対向電極間に電圧を印加し、可動部を対向電極側に引き上げる静電力を作用させ、前記乾燥工程時の洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥がし、基板と可動部間に空隙を形成する振動素子の製造方法。

【請求項2】 半導体基板に固定形成される固定部と、該固定部に支持され基板面と空隙を介して対向配設される可動部とを有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された犠牲層の上側に前記固定部に連接される可動部を形成し、その後、エッティング液を用いて上記可動部の下側の犠牲層を除去し、然る後、エッティング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、半導体基板の上側にガラス材料で形成された蓋部を配置して上記可動部の上側を空隙を介して上記蓋部により覆い、半導体基板と蓋部に電圧を印加して半導体基板と蓋部を陽極接合手法により接合させると共に、この蓋部への電圧印加によりガラス材料の蓋部を電極として機能させて可動部と蓋部間に電圧を印加し、可動部を蓋部側に引き上げる静電力を作用させて前記乾燥工程時の洗浄液の表面張力により半導体基板に付着した可動部を半導体基板から剥がし、半導体基板と可動部の間に空隙を形成する振動素子の製造方法。

【請求項3】 可動部の上側に空隙を介して配設される電極の面に可動部が接着するのを防止するための接着防止膜が形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の振動素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、加速度センサやマイクロジャイロ等の振動素子を製造する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図3の(a)には半導体マイクロマシニング技術等により製造される振動素子の一例が示され、図3の(b)には図3の(a)に示すA-A断面図が示されている。この振動素子は、基板1と、固定部であるアンカー2(2a, 2b, 2c, 2d)と、梁部3と、可動部4とを有して構成されており、図3の(a)や(b)に示すように、基板1にアンカー2(2a, 2b, 2c, 2d)が固定形成され、各アンカー2には梁

部3の一端側がそれぞれ連接されており、各梁部3の他端側には共通の可動部4が連接されている。

【0003】 上記梁部3と可動部4は、基板1と空隙5を介して対向配設されており、図3の(b)に示す高さ方向に変位が可能な構成になっている。また、図3の(a)に示す梁部3はコ字形状に折曲形成されているので、可動部4は図3の(a)に示す横方向や縦方向に変位可能な構成になっている。

【0004】 上記可動部4には櫛歯形状の可動電極6が突設され、この可動電極6に噛み合うように、櫛歯形状の固定電極7が基板1に固定された支持部8から伸張形成されており、上記可動電極6と固定電極7の電極面は互いに対向している。

【0005】 上記構成の振動素子では、例えば、可動部4が図3の(a)に示す縦方向に変位すると、可動電極6と固定電極7の間の間隔が可変し、可動電極6と固定電極7間の静電容量が可変する。このことから、可動電極6と固定電極7間の静電容量の可変量を上記可動部4の縦方向の変位量として検出することが可能である。

【0006】 例えば、上記振動素子が加速度センサとして使用される場合には、上記可動部4の変位量が加速度の大きさに対応し、上記可動部4の変位量に基づき加速度の大きさを検出することができる。また、上記振動素子がさらに、可動部4を振動させる振動発生手段を備え、マイクロジャイロとして使用されるときには、上記可動部4の変位量は角速度の大きさに対応しており、上記可動部4の変位量に基づき角速度の大きさを求めることができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記構成の振動素子の可動部4は次のようにして製造される。まず、図4の(a)に示すように、基板1上の可動部4の形成領域に形成された犠牲層10の上に、アンカー2に梁部3を介して連接する可動部4を形成する。その後、可動部4の下側の犠牲層10をエッティング液(エッチャント)を用いて除去する。

【0008】 そして、上記エッティング液を洗浄する洗浄工程とその洗浄液を乾燥させる乾燥工程が順に行われ、図4の(b)に示すように、基板1に空隙5を介して対向配設する可動部4が完成する。

【0009】 しかしながら、上記エッティング液の洗浄工程で、基板1と可動部4間の数 $\mu m$ という狭い隙間に入り込んだ洗浄液の表面張力により、可動部4は洗浄液の表面に付着し、この状態で、次の乾燥工程で洗浄液が蒸発乾燥されることになるので、洗浄液の蒸発に伴って可動部4が基板1側に変位し、洗浄液が完全に乾燥したときには、図5に示すように可動部4が基板1に付着固定されてしまう。

【0010】 このように、可動部4が基板1に固定された状態では、可動部4が変位できないので、振動素子と

して機能できないという問題がある。

【0011】そこで、上記問題を解決するために、例えば、凍結乾燥手法が提案されている。凍結乾燥手法とは、エッティング液を洗浄した後に、その洗浄液を2-メチル-2-プロパノール等の凍結専用の液に置換し、その凍結専用の液を凍結させ、その凍結した液を真空中で昇華させるというものである。

【0012】しかしながら、上記凍結乾燥手法では、凍結専用の特殊な液が必要である上に、エッティング液を洗浄した後に洗浄液を上記特殊な液に置換させ、その凍結専用の液を凍結させて昇華させるというように、工程が煩雑になる。

【0013】また、基板1と可動部4間の凍結専用液が多過ぎると、その液を凍結したときに、液の凍結作用に起因して可動部4を破損させてしまうという問題が生じる。上記と反対に、基板1と可動部4間の凍結専用の液が少な過ぎると、凍結専用液の表面張力により可動部4が基板1に付着した状態で上記凍結専用液の凍結・昇華が行われ、可動部4は基板1に付着固定されてしまう。

【0014】上記可動部4の破損の問題や、可動部4が基板1に付着するという問題を解決するためには、基板1と可動部4間に入り込ませる凍結専用液の液量の制御が必要であるが、液量の制御は非常に困難であり、上記のように、可動部4が破壊されてしまったり、可動部4が基板1に付着固定されることが多発して振動素子の歩留まりを低下させ、振動素子の価格を高価にするという問題がある。

【0015】また、二酸化炭素の超臨界状態を利用した洗浄液の乾燥手法も知られているが、この乾燥手法は作業工程が煩雑になると共に、二酸化炭素の超臨界状態を作り出すための専用の装置を導入しなければならず、その装置は高価なものであるので、振動素子の価格を高価にしてしまうという問題がある。

【0016】この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、簡単な工程で製造することができ、かつ、振動素子の製造の歩留まりを向上させて安価な振動素子を提供することが可能な振動素子の製造方法を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためにはこの発明は次のような構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明は、基板に固定形成される固定部と、該固定部に支持され基板面と空隙を介して対向配設される可動部とを有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された犠牲層の上側に前記固定部に連接される可動部を形成し、その後、エッティング液を用いて上記可動部の下側の犠牲層を除去し、然る後、エッティング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、上記可動部の上側に空隙を介して対向する対向電極

を配置し、上記可動部と対向電極間に電圧を印加し、可動部を対向電極側に引き上げる静電力を作用させ、前記乾燥工程時の洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥がし、基板と可動部間に空隙を形成する構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0018】第2の発明は、半導体基板に固定形成される固定部と、該固定部に支持され基板面と空隙を介して対向配設される可動部とを有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された犠牲層の上側に前記固定部に連接される可動部を形成し、その後、エッティング液を用いて上記可動部の下側の犠牲層を除去し、然る後、エッティング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、半導体基板の上側にガラス材料で形成された蓋部を配置して上記可動部の上側を空隙を介して上記蓋部により覆い、半導体基板と蓋部に電圧を印加して半導体基板と蓋部を陽極接合手法により接合させると共に、この蓋部への電圧印加によりガラス材料の蓋部を電極として機能させて可動部と蓋部間に電圧を印加し、可動部を蓋部側に引き上げる

静電力を作用させて前記乾燥工程時の洗浄液の表面張力により半導体基板に付着した可動部を半導体基板から剥がし、半導体基板と可動部の間に空隙を形成する構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0019】第3の発明は、上記第1又は第2の発明を構成する可動部の上側に空隙を介して配設される電極の面に可動部が接着するのを防止するための接着防止膜が形成されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0020】上記構成の発明において、乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を静電力により基板から剥がし、基板と可動部間に空隙を形成するようにしたので、乾燥工程で可動部が基板に付着しないように、例えば、凍結乾燥手法を用いる必要がなく、乾燥工程の煩雑化が回避される。

【0021】また、可動部を引き上げる静電力の制御は可動部と該可動部に対向配設される対向電極との間に印加する電圧の大きさにより制御され、その電圧制御は容易であるので、上記静電力の制御を簡単に行うことが可能であり、確実に可動部を基板から剥がすことができ、かつ、可動部の破損を防止できる。このことから、振動素子の歩留まりが向上し、振動素子の価格の低下を図ることが可能である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、この発明の実施形態例を図面に基づき説明する。

【0023】図1には第1の実施形態例の振動素子の製造方法が示されている。この実施形態例に示す振動素子は前記図3に示す振動素子であり、図3の振動素子の構成は前述したので、その重複説明は省略する。なお、図1には図3のA-A断面部分が模式的に示されている。

【0024】この実施形態例において特徴的なことは、乾燥工程時に洗浄液の表面張力により基板1に付着した可動部4を、乾燥工程の後に、基板1から静電力を用いて剥がし、基板1と可動部4間に空隙5を形成することである。以下に、この実施形態例の振動素子の製造方法の詳細な説明を述べる。

【0025】この実施形態例では、図1の(a)に示すS O I (Silicon on insulator) 基板を用いる。このS O I 基板はシリコンで構成された基板1に酸化物で形成された犠牲層10とシリコンの層11が順に予め積層形成された基板である。

【0026】まず、図3の(a)に示すアンカー2と梁部3と可動部4と可動電極6と固定電極7と支持部8を形成する領域以外のシリコン層11の部分を、図1の(b)に示すように、R I E (リアクティブイオンエッチング) 等によりドライエッチング除去する。そして、図1の(c)に示すように、梁部3と可動部4と可動電極6と固定電極7の下側の犠牲層10をH F溶液等のエッチング液によりウェットエッチング除去する。このエッチング除去の工程で、梁部3と可動部4と可動電極6と固定電極7は基板1から離間した状態となる。

【0027】次に、純水を用いてエッチング液を洗浄し、その後、メタノールやアセトン等の揮発性の高い溶液に切り替えて引き続き洗浄を行ってエッチング液を完全に除去する。そして、上記洗浄工程の後に、基板1を大気中に配置して洗浄液の乾燥を行う。このとき、基板に付着している洗浄液は、上記の如く、揮発性の高い溶液であることから、洗浄液は基板からより早く蒸発し、基板の乾燥時間の短縮を図ることができる。この乾燥工程時に洗浄液の表面張力により、図1の(c)に示すように、可動部4が基板1に付着する。

【0028】次に、図1の(d)に示すように、上記基板1を予め定めた作業台13に配置すると共に、基板1の上側に単結晶のシリコンにより形成された電極体14を配設する。この電極体14には可動部4に対向する領域に凹部が形成されており、可動部4の上側を空隙を介して電極体14により覆うことができる。上記電極体14の凹部底面14aは可動部4と空隙を介して対向しており、この電極体14の凹部底面14aが対向電極と成している。また、上記作業台13は導電性の高い材料により形成されており、この作業台13は電圧印加手段15に接続されている。

【0029】そして、上記電極体14および作業台13を介して基板1に上記電圧印加手段15により電圧を印加することにより、可動部4と電極体14の凹部底面14a間にも上記印加電圧に対応した分の電圧が印加され、可動部4を電極体14側に引き上げる静電力を作用させる。

【0030】上記静電力により可動部4は電極体14側に引き上げられて基板1から剥がれ、図1の(e)に示す

すように、基板1と可動部4間に空隙5が形成されて振動素子が完成する。

【0031】なお、上記静電力の大きさは可動部4を基板1から剥がすことが可能な適宜の大きさが設定され、静電力の大きさの制御は電圧印加手段15から可動部4と凹部底面14a間に印加される電圧の制御により行われる。また、上記静電力により可動部4が電極体14側に引き上げられたときに可動部4が電極体14の凹部底面14aに接触しないように、電極体14の凹部の深さが設定されている。

【0032】この実施形態例によれば、乾燥工程の後に、静電力を用いて可動部4を基板1から剥がして基板1と可動部4間に空隙5を形成するようにしたので、乾燥工程で、基板1に可動部4が付着しないように前記凍結乾燥手法等の特殊な乾燥手法を用いる必要がない。上記凍結乾燥手法等の乾燥手法は、前述したように、工程が煩雑で、面倒であるという問題があるが、この実施形態例では、上記のように、特殊な乾燥手法を用いることなく、基板1を大気中に配設して洗浄液を蒸発乾燥させるだけなので、乾燥工程の簡略化を図ることができる。

【0033】また、凍結乾燥手法のように、基板1と可動部4間の液を凍結させることができないので、液の凍結作用により可動部4が破損するという問題を防止することができる。さらに、上記基板1と可動部4間に作用させる静電力の大きさは基板1と可動部4間の印加電圧の制御により行うことができ、この印加電圧の制御は簡単であることから、上記静電力を制御して可動部4を簡単かつ、確実に基板1から剥がすことができる。上記のように、可動部4が破損するという問題と、可動部4が基板1に付着固定するという問題とが共に回避されるので、振動素子の歩留まりを格段に向上させることができる。

【0034】さらに、上記基板1と可動部4間に電圧を印加するための作業設備は安価であるので、設備導入の費用が少なくて済み、上記振動素子の歩留まり向上の効果と相俟って、振動素子の価格を大幅に安価にすることが可能である。

【0035】以下に、第2の実施形態例を説明する。この実施形態例は、図2の(e)に示すように、可動部4が蓋部16によりパッケージされた振動素子に適用するものである。なお、この実施形態例の説明において、前記第1の実施形態例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0036】まず、前記第1の実施形態例と同様に、図2の(a)に示すようなS O I 基板を用意し、図2の(b)に示すように、可動部4等の振動素子の構成部分をR I E等の手法により形成する。その後、図2の(c)に示すように、可動部4等の下側の犠牲層10をエッチング除去し、エッチング液を洗浄して乾燥させる。

【0037】然る後、図2の(d)に示すように、基板1を作業台13に配置すると共に、予め作製された蓋部16を基板1の上に配設する。この蓋部16はナトリウムプラスイオン等のプラスイオンを含有するガラス材料により形成されており、蓋部16には可動部4に対向する領域に凹部が形成され、可動部4の上を空隙を介して蓋部16により覆うことが可能である。上記蓋部16に形成された凹部底面は可動部4と対向し、この凹部底面には接着防止膜17が形成されている。この接着防止膜17は、Au, Cr, アルミニウム, Pt等の金属や、SiN等の窒化物等の付着エネルギーの小さい材料により形成されている。

【0038】そして、これらを減圧雰囲気下で接合温度(300℃以上)まで加熱しつつ、電圧印加手段15から蓋部16および作業台13を介して基板1に電圧を印加することにより、蓋部16とシリコン層11(支持部8)の接触面が陽極接合し、可動部4のパッケージが行われる。

【0039】同時に、蓋部16に含有されているプラスイオンが蓋部16内部を移動し、蓋部16が分極して電極と成し、蓋部16の凹部底面と可動部4間に電圧が印加され、可動部4を蓋部16側に引き上げる静電力が作用して、前記乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板1に付着した可動部4が基板1から剥がされ、図2の(e)に示すように、基板1と可動部4間に空隙5を形成し、可動部4がパッケージされた振動素子が完成する。

【0040】前記接着防止膜17は、前記の如く、付着エネルギーの小さい材料で形成されているので、上記のように、静電力により可動部4を蓋部16側に引き上げたときに可動部4が接着防止膜17に接触しても、可動部4と接着防止膜17の接触面に結合反応が発生せず、静電力の停止後に、可動部4は接着防止膜17から離れ、可動部4と接着防止膜17間に空隙を形成することができる。

【0041】なお、上記電圧印加の工程で、可動部4が蓋部16の凹部底面に接触しないように、蓋部16の凹部の深さを設定することにより、可動部4が蓋部16の凹部底面に接触するのを防止することができるので、このような場合には、上記接着防止膜17を設けなくてもよい。

【0042】この実施形態例によれば、蓋部16で可動部4のパッケージを行うときに、蓋部16を可動部4に対向する電極として機能させて可動部4と蓋部16間に電圧を印加し、その電圧印加により生じる静電力を利用して、乾燥工程で基板1に付着した可動部4を基板1から剥がすようにしたので、前記第1の実施形態例同様の効果を奏することができる上に、蓋部16による可動部4のパッケージと、可動部4の引き剥がし作業とを同時にを行うことができるので、可動部4のパッケージの

工程と、可動部4を基板1から剥がすための工程とを別々に設ける必要がなく、工程の簡略化を図ることができる。

【0043】また、蓋部16の凹部底面に接着防止膜17を設けたので、静電力により可動部4が接着防止膜17に接触しても、接着防止膜17は付着エネルギーが小さいもので形成されているので、可動部4と接着防止膜17の接触面が接合することではなく、静電力を停止させた後に可動部4が接着防止膜17から離れ、このことにより、可動部4が蓋部16に付着固定されてしまうという問題を確実に回避することができる。

【0044】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を探り得る。例えば、上記各実施形態例では、SOI基板を用いていたが、SOI基板を用いずに、基板1に犠牲層10を積層し、その犠牲層10の上側にシリコン層11を形成するという工程を行った後に、前記各実施形態例同様の工程を行って振動素子を製造するようにしてもよい。

【0045】また、上記第1の実施形態例に示した電極体14はシリコンにより構成されていたが、シリコン以外の半導体により形成してもよいし、金属により形成してもよいし、ナトリウムプラスイオン等のプラスイオンを含有するガラス材料により形成してもよい。このように、電圧印加により電極として機能することが可能な材料であれば、シリコン以外の材料により電極体14を構成してもよい。

【0046】さらに、第1の実施形態例に示した電極体14の凹部底面14aに、第2の実施形態例に示した接着防止膜17同様の接着防止膜を設けてもよい。さらに、接着防止膜17は複数の異なる材料の層を積層形成した積層膜により形成してもよい。

【0047】さらに、上記各実施形態例では、基板1はシリコンにより形成されていたが、基板1はシリコン以外の半導体で形成してもよい。

【0048】さらに、上記各実施形態例では、RIE手法により可動部4等の振動素子の構成部分を形成していたが、シリコン層11の上に可動部4等の形成領域を定めるパターンを形成し、そのパターン以外のシリコン層11の領域をエッティング液を用いてエッティング除去し、その後、上記パターンを取り除いて可動部4等を形成するようにしてもよい。

【0049】さらに、上記各実施形態例では、可動部4はシリコンにより形成されていたが、シリコン以外の半導体や、アルミニウムやNiやPt等の金属等、シリコン以外の材料により形成してもよい。また、可動部4は半導体や、アルミニウムやNiやPt等の金属や、絶縁体等の材料のうち、複数を積層した積層体により形成してもよい。

【0050】さらに、上記各実施形態例では、図3に示す振動素子を例にして説明したが、この発明は図3の振

動素子に限定されるものではなく、基板面と空隙を介して対向配設する可動部を有した振動素子に適用することが可能であり、上記各実施形態例同様にして基板面と可動部間に空隙を形成し振動素子を製造することにより、上記各実施形態例同様の優れた効果を得ることが可能である。

#### 【0051】

【発明の効果】この発明によれば、乾燥工程の後に、可動部の上に空隙を介して電極を対向配設して可動部と対向電極間に電圧を印加し、あるいは、基板に蓋部を配置して可動部の上側を空隙を介して蓋部により覆い、蓋部を電極として機能させて蓋部と可動部間に電圧を印加して、可動部を上側に引き上げる静電力を作用させ、乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥がし、可動部と基板の間に空隙を形成するようにしたので、可動部が基板に付着しないように凍結乾燥手法等の面倒な乾燥手法を用いる必要がなく、洗浄液の乾燥を簡単に行うことができ、乾燥工程の簡略化を図ることができる。

【0052】また、上記の如く、凍結乾燥手法を用いる必要がないので、乾燥工程で、基板と可動部間の溶液の凍結に起因して可動部が破損するという問題を回避することができる。さらに、上記可動部を引き上げる静電力の制御は可動部と電極間の印加電圧制御により行うことができ、この印加電圧の制御は簡単に行うことができる。静電力の大きさを制御して可動部を簡単、かつ、確実に基板から剥がすことができる。このように、可動部の破損の問題と、可動部の基板への付着固定の問題とが共に回避できるので、振動素子の歩留まりを格段に向かせることができ、このことにより、振動素子の価格を安価にすることができる。

【0053】さらに、上記可動部に静電力を作用させるための設備は安価であることから、設備導入費用が少なくて済み、上記振動素子の歩留まり向上の効果と相俟つて、振動素子の価格をより安価にすることが可能であ

る。

【0054】基板に蓋部を配置して可動部の上側を空隙を介して蓋部により覆い、蓋部を電極として機能させて蓋部と可動部間に電圧を印加し、可動部を上側に引き上げる静電力を作用させ、乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥がし、可動部と基板の間に空隙を形成する発明にあっては、上記静電力を発生させるときの基板と蓋部への通電により、基板と蓋部の接触面が陽極接合して可動部を上記蓋部によりパッケージすることができる。このように、可動部のパッケージの作業と、可動部の引き剥がしの作業とを同時に行うことができるので、製造工程の増加を防止することが可能である。

【0055】電極面に接着防止膜を設けた発明にあっては、接着防止膜を付着エネルギーの小さい材料で形成することにより、静電力により可動部が電極面の接着防止膜に接触しても、可動部と接着防止膜の接触面の結合反応を防止することができ、可動部が電極面に接着してしまうという問題を確実に回避することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態例を示す説明図である。

【図2】第2の実施形態例を示す説明図である。

【図3】振動素子の一例を示す説明図である。

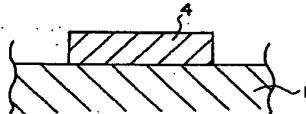
【図4】従来の振動素子の製造手法を示す説明図である。

【図5】従来の課題を示すモデル図である。

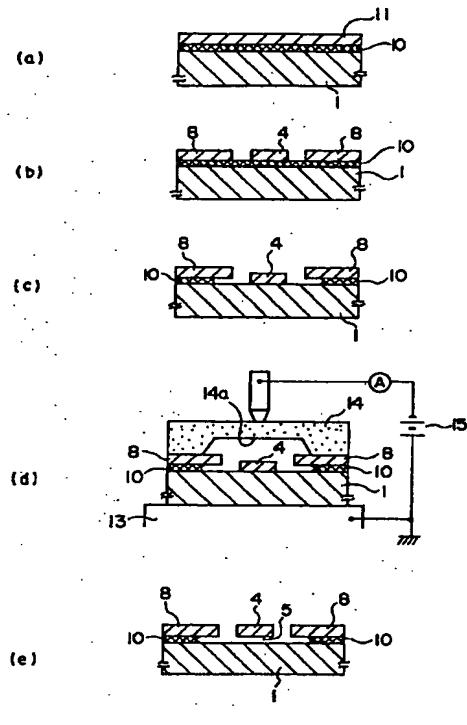
#### 【符号の説明】

1	基板
2	アンカー
30	可動部
5	空隙
10	犠牲層
14	電極体
16	蓋部
17	接着防止膜

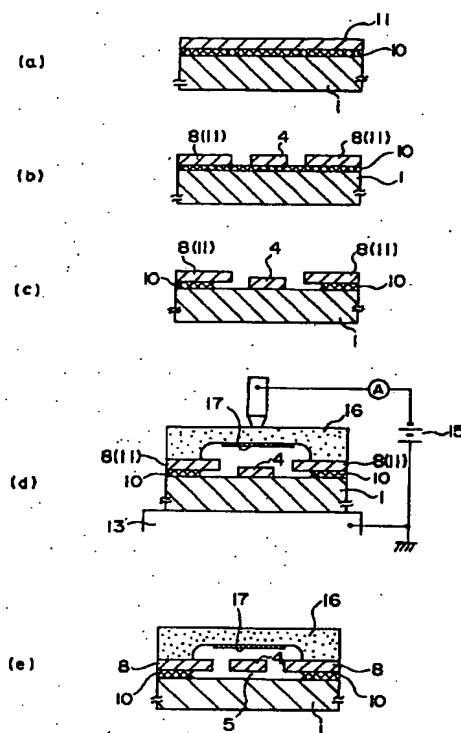
【図5】



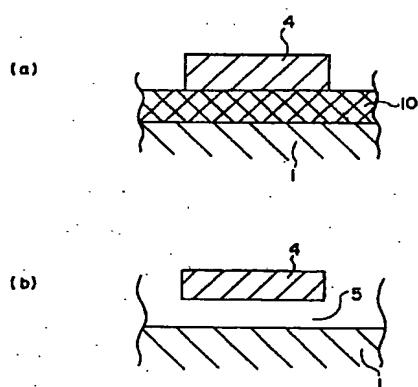
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

